

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 49 137 A 1

21 Aktenzeichen: 196 49 137.1  
22 Anmeldetag: 27. 11. 96  
43 Offenlegungstag: 12. 6. 97

51 Int. Cl. 6:  
B 62 D 37/00  
B 60 T 8/60  
B 62 D 6/00  
B 60 K 28/16  
G 01 P 9/00  
G 01 C 19/58

DE 196 49 137 A 1

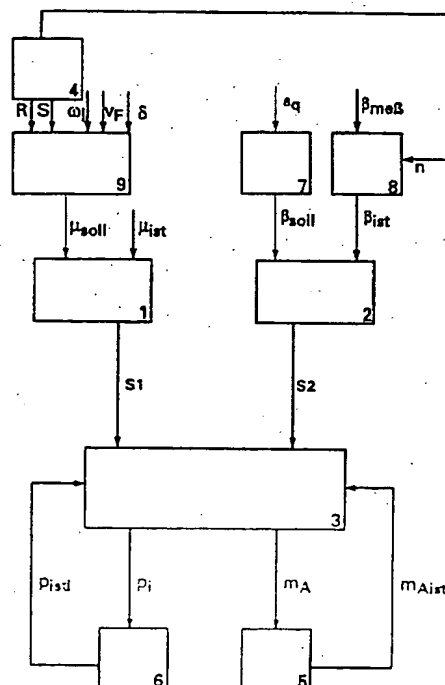
30 Innere Priorität: 32 33 31  
08.12.95 DE 195458265

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:  
Hamberger, Werner, 76327 Pfinztal, DE; Babbel,  
Eckhard, 38100 Braunschweig, DE

54 Verfahren zur Regelung des dynamischen Verhaltens eines Kraftfahrzeuges

57 Es wird ein Verfahren zur Regelung des dynamischen Verhaltens eines Kraftfahrzeuges beschrieben, bei dem für die Ermittlung der Sollgergeschwindigkeit ( $\mu_{soll}$ ) Kurvenradien (R) der befahrenen Strecke aus abgespeicherten Datensätzen übernommen werden, wobei die Kurvenradien (R) entweder den Lenkwinkel ( $\omega$ ) vollständig ersetzen oder für eine Validierung des Lenkwinkels genutzt werden.



DE 196 49 137 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des dynamischen Verhaltens eines Kraftfahrzeuges.

Ein solches Verfahren ist unter anderem aus dem Artikel "FDR — Die Fahrdynamikregelung von Bosch", ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 96 (1994) 11, Seite 674 — 688, bekannt. Bei dem beschriebenen Verfahren sollen die drei Freiheitsgrade eines Kraftfahrzeuges in der Ebene, Längs-, Quer- und Giergeschwindigkeit, im Sinne eines an den Fahrerwunsch und die Fahrbahn angepaßten Fahrverhaltens beeinflußt werden. Hierzu wird bestimmt, wie sich das Kraftfahrzeug im Grenzgebiet entsprechend dem Fahrerwunsch verhalten soll (Sollverhalten) und wie es sich tatsächlich verhält (Istverhalten). Zur Reduktion der Differenz zwischen Soll- und Istverhalten werden dabei die Brems- und Antriebskräfte an den Rädern über Stellglieder beeinflußt. Der verwendete Regler besteht aus einem überlagerten Fahrdynamikregler und unterlagerten Schlupfreglern, wobei der Fahrdynamikregler die Sollwerte für die unterlagerten Schlupfregler in Form eines Sollschlupfes vorgibt.

Zur Bestimmung des Sollverhaltens werden die den Fahrerwunsch beschreibenden Signale des Lenkwinkelsensors, der Bremsdrucksensoren und des Motormanagements ausgewertet. Zusätzlich gehen in die Berechnung des Sollverhaltens die Haftreibwerte und die Fahrgeschwindigkeit ein. Das Istverhalten des Kraftfahrzeuges wird primär aus dem Giergeschwindigkeitssignal und dem vom Beobachter geschätzten Schwimmwinkel ermittelt. Der Fahrdynamikregler regelt die beiden Größen Giergeschwindigkeit und Schwimmwinkel und berechnet das Giermoment, das benötigt wird, um die Istzustandsgrößen an die Sollzustandsgrößen anzugleichen. Zur Erzeugung dieses Sollgiermomentes werden die erforderlichen Sollschrupfänderungen an den Rädern ermittelt. Sie werden über die unterlagerten Schlupfregler und die entsprechenden Stellglieder eingestellt.

Ein anderes Verfahren ist aus der deutschen Patentschrift DE 35 45 715 C bekannt, bei dem zum Einhalten eines stabilen Fahrzustandes aus dem Lenkwinkel und der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges ein Toleranzband für einen dritten Parameter gebildet wird. Der dritte Parameter kann beispielsweise die Giergeschwindigkeit sein. Der Istwert der Giergeschwindigkeit wird mit einem Toleranzband, das die Sollgiergeschwindigkeit darstellt, verglichen und eine Differenz zur Bildung von Steuersignalen für entsprechende Stellglieder herangezogen. Eine Fahrstabilisierungseinrichtung soll dann einsetzen, wenn der Fahrzustand sich außerhalb des Toleranzbandes befindet.

Dies ist speziell bei einer Fahrstabilisierungseinrichtung wichtig, die auf ABS basiert, da ein Eingriff eine Verringerung der Fahrgeschwindigkeit bewirkt, welche vom Fahrer als Ruck und damit als störend empfunden wird. Problematisch ist deshalb die Bildung des Toleranzbandes, da ein solches Toleranzband einerseits so eng sein soll, daß eine kritische Fahrsituation erkannt wird und andererseits eine gewisse Breite benötigt damit nicht bereits bei unkritischen Fahrsituationen aufgrund der Toleranz der Meßwerterfassung bereits eine Regelung (ungewollt) einsetzt.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Regelung des dynamischen Verhaltens eines Kraftfahrzeuges, bei dem der Sollgiergeschwindigkeitswert, der ein Toleranzband bestimmter Breite darstellt genauer

vorgebar ist und ein fehlerhaftes Lenkverhalten des Fahrzeugführers bei der Berechnung der Sollgiergeschwindigkeit unberücksichtigt bleibt.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen dargestellt.

Erfindungsgemäß wird für die Ermittlung der Sollgiergeschwindigkeit nicht der Lenkwinkel, sondern die entsprechenden Kurvenradien der befahrenen Strecke, die aus abgespeicherten Datensätzen übernommen oder berechnet werden, verwendet, wodurch die Sollgiergeschwindigkeit entsprechend der durchfahrenen Kurven ermittelt werden kann.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird bei Ermittlung der Kurvenradien die Breite der befahrenen Strecke berücksichtigt.

Da die Position des Kraftfahrzeuges auf der befahrenen Strecke zu einer weiteren Reduzierung des notwendigen Toleranzbandes der Sollgiergeschwindigkeit führen kann, wird nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung neben der Fahrgeschwindigkeit und dem Kurvenradius auch die Position des Kraftfahrzeuges bei der Berechnung der Sollgiergeschwindigkeit berücksichtigt. Im einfachsten Fall geschieht die Ermittlung der Position des Kraftfahrzeuges über die Fahrtrichtung, wodurch festgestellt werden kann, auf welcher Fahrspur sich das Kraftfahrzeug befindet und inwieweit der aus den Datensätzen übernommene Kurvenradius entsprechend korrigiert werden muß.

In einem anderen Fall wird die Position des Kraftfahrzeuges über die die gespeicherten Datensätze aufweisende und damit ohnehin vorhandene Navigationseinrichtung ermittelt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird bei der Bestimmung der Sollgiergeschwindigkeit der Fahrerwunsch herangezogen. Dieser wird zusätzlich aus dem Lenkwinkel bestimmt. Da sich der Fahrer aber außerhalb des linearen Bereichs der Querdynamik nicht immer deterministisch verhält, wird über die Kurvenradien eine Validierung des gemessenen Lenkwinkels durchgeführt.

Neben den genannten Parametern kann gemäß einer Ausführung der Erfindung auch die Querschleunigung des Kraftfahrzeuges sowie aktuelle Straßenzustandsdaten berücksichtigt werden. In Abhängigkeit der gemessenen Querschleunigung wird ein maximal zulässiger Schwimmwinkel ermittelt und mit einem in Abhängigkeit der vorhandenen Fahrbahnquerneigung korrigierten Istschwimmwinkels verglichen. Bei Überschreitung des maximal zulässigen Schwimmwinkels durch den Istschwimmwinkel wird eine Regelgröße zur Angleichung des Istschwimmwinkels an den Sollschwimmwinkel gebildet. Die Fahrbahnquerneigung wird vorzugsweise ebenfalls aus abgespeicherten Datensätzen der befahrenen Strecke übernommen oder berechnet.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Die zugehörige Zeichnung zeigt ein Blockschaltbild einer das erfindungsgemäße Verfahren realisierenden Fahrdynamikregelungseinrichtung.

Zur Bestimmung der Sollgiergeschwindigkeit  $\mu_{soll}$  werden vor allem die den Fahrerwunsch beschreibenden Größen, Lenkwinkel  $\omega_l$  und die Fahrgeschwindigkeit  $v_f$  herangezogen und einer Einrichtung 9 zur Berechnung der Sollgiergeschwindigkeit zugeführt. Da aber der gemessene Lenkwinkel  $\omega_l$ , insbesondere in kritischen Situationen, nicht immer der tatsächlichen

Streckenführung entspricht, dies trifft beispielsweise beim Verreißen des Lenkrades zu, ist es von Vorteil eine Validierung des gemessenen Lenkwinkel  $\omega_l$  mit Hilfe der Kurvenradien  $R$  der befahrenen Strecke durchzuführen oder vollständig auf den entsprechenden Lenkwinkelsensor zu verzichten und als die den Fahrwunsch beschreibenden Größen nur die Fahrgeschwindigkeit  $v_f$  und den jeweiligen Kurvenradius  $R$  der befahrenen Strecke zu verwenden.

Der Kurvenradius  $R$  wird dazu aus vorhandenen Datensätzen einer Navigationseinrichtung 4 übernommen bzw. berechnet, wobei bei der Ermittlung des Kurvenradiuses  $R$  vorteilhafterweise die Breite  $B$  der befahrenen Strecke berücksichtigt wird. Diese Daten können dabei ebenfalls aus den vorhandenen Datensätzen der Navigationseinrichtung 4 übernommen werden.

Da der für die Sollgiergeschwindigkeitsberechnung relevante Kurvenradius  $R$  nicht immer dem tatsächlichen aus den gespeicherten Daten übernommenen Kurvenradius entspricht, dies ist abhängig von der Position  $s$  des Kraftfahrzeuges auf der befahrenen Strecke, wird neben dem Kurvenradius  $R$ , die Position  $s$  der Einrichtung 9 zur Ermittlung der Sollgiergeschwindigkeit  $\mu_{soll}$  übergeben. Im Ausführungsbeispiel wird die Position des Kraftfahrzeuges über das ohnehin im Fahrzeug vorhandene Navigationssystem 4 erfaßt und der Einrichtung 9 übergeben. Zusätzlich gehen in die Berechnung der Sollgiergeschwindigkeit  $\mu_{soll}$  die den Streckenzustand beschreibenden Haftreibwerte 8 ein.

Die in der Einrichtung 9 ermittelte Sollgiergeschwindigkeit  $\mu_{soll}$  und die über entsprechende Sensoreinrichtungen erfaßte Istgiergeschwindigkeit  $\mu_{ist}$  werden dem Giergeschwindigkeitsregler 1 zugeführt, der eine Regelgröße  $S1$  zur Anpassung der Istgiergeschwindigkeit an die Sollgiergeschwindigkeit bildet. Die Regelgröße  $S1$  des Giergeschwindigkeitsreglers 1 für das zu verändernde Gierverhalten des Kraftfahrzeuges wird einem Regler 3 als Sollgröße zugeführt der die Stellgrößen für den Bremsdruck  $p_i$  der Bremseinrichtung 6 der einzelnen Räder und das Antriebsmoment  $m_A$  für die Antriebsmaschine 5 berechnet, um die Istgiergeschwindigkeit  $\mu_{ist}$  in Richtung der Sollgiergeschwindigkeit  $\mu_{soll}$  zu verändern.

Weiterhin weist die Fahrdynamikregeleinrichtung einen Schwimmwinkelregler 2 auf, dem als Sollwert ein maximal zulässiger Schwimmwinkel  $\beta_{soll}$  zugeführt wird. Der maximal zulässige Schwimmwinkel  $\beta_{soll}$  wird in eine Einrichtung 7 in Abhängigkeit der gemessenen Querschleifung  $a_q$  berechnet. Neben dem Schwimmwinkel  $\beta_{soll}$  wird dem Schwimmwinkelregler 2 außerdem ein Istschwimmwinkel  $\beta_{ist}$  zugeleitet. Überschreitet der Istschwimmwinkel den maximal zulässigen Schwimmwinkel  $\beta_{soll}$  übermittelt der Schwimmwinkelregler 2 eine entsprechende Regelgröße  $S2$  an den Regler 3 zur Beeinflussung des Istschwimmwinkels ist.

Der gemessene Schwimmwinkel  $\beta_{meß}$  kann durch die Größe der Fahrbahnneigung  $n$  verfälscht sein. Zur Korrektur wird der gemessene Schwimmwinkel  $\beta_{meß}$  einer Einrichtung 8 zugeführt, welche die aktuelle Fahrbahnneigung „ aus den abgespeicherten Datensätzen des Straßennetzes von der Navigationseinrichtung 4 erhält und die aus beiden Größen den tatsächlichen Istschwimmwinkel  $\beta_{ist}$  ermittelt.

Außer der Regelgröße  $S1$  des Giergeschwindigkeitsreglers 1 und der Regelgröße  $S2$  des Schwimmwinkelreglers 2 als Sollgrößen werden dem Regler 3, der die Stellgröße für die Bremseinrichtung und die Antriebsmaschine 5 bildet, jeweils als Istgrößen der Istbrems-

druck  $p_{ist}$  der einzelnen Räder und das Istantriebsmoment  $m_{Aist}$  der Antriebsmaschine zugeführt.

#### Bezugszeichenliste

- 5  $\omega_l$  Lenkwinkel
- $v_f$  Fahrgeschwindigkeit
- $R$  Kurvenradius
- $\mu_{soll}$  Sollgiergeschwindigkeit
- 10  $\mu_{ist}$  Istgiergeschwindigkeit
- $B$  Breite der Straße
- $s$  Position des Kraftfahrzeugs
- $p_i$  Bremsdruck
- $p_{ist}$  Bremsdruck
- 15  $m_A$  Antriebsmoment
- $m_{Aist}$  Istantriebsmoment
- $l1$  Stellgröße
- $l2$  Stellgröße
- $\beta_{soll}$  Schwimmwinkel
- 20  $\beta_{meß}$  gemessener Schwimmwinkel
- $\beta_{ist}$  Istschwimmwinkel
- $a_q$  Querschleifung
- $n$  Fahrbahnneigung
- $\delta$  Haftreibwert
- 25  $S1$  Regelgröße
- $S2$  Regelgröße
- 1 Giergeschwindigkeitsregler
- 2 Schwimmwinkelregler
- 3 Regler
- 30 4 Navigationseinrichtung
- 5 Antriebsmaschine
- 6 Bremseinrichtung
- 7 Einrichtung
- 8 Einrichtung
- 35 9 Einrichtung

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Regelung des dynamischen Verhaltens eines Kraftfahrzeuges, bei dem

— Kurvenradien ( $R$ ) der befahrenen Strecke aus abgespeicherten Datensätzen übernommen oder berechnet werden und die Fahrgeschwindigkeit ( $v_f$ ) des Kraftfahrzeuges ermittelt wird,

— zumindest aus den Kurvenradien ( $R$ ) der befahrenen Strecke und der Fahrgeschwindigkeit ( $v_f$ ) des Kraftfahrzeuges eine Sollgiergeschwindigkeit ( $\mu_{soll}$ ) berechnet wird,

— die berechnete Sollgiergeschwindigkeit ( $\mu_{soll}$ ) mit einer erfaßten Istgiergeschwindigkeit ( $\mu_{ist}$ ) zur Bildung einer Abweichung verglichen und

— mit Hilfe der Abweichung eine Angleichung der Istgiergeschwindigkeit ( $\mu_{ist}$ ) an die Sollgiergeschwindigkeit ( $\mu_{soll}$ ) durchgeführt wird.

##### 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Berechnung der Kurvenradien ( $R$ ) der befahrenen Strecke die Breite ( $B$ ) der befahrenen Strecke berücksichtigt wird.

##### 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollgiergeschwindigkeit ( $\mu_{soll}$ ) zumindest aus den Kurvenradien ( $R$ ) der befahrenen Strecke, der Position ( $s$ ) des Kraftfahrzeuges auf der befahrenen Strecke und der Fahrgeschwindigkeit ( $v_f$ ) des Kraftfahrzeuges ermittelt wird.

##### 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Position (s) des Kraftfahrzeuges über die Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Position (s) des Kraftfahrzeuges mit Hilfe einer Navigationseinrichtung ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß neben den Kurvenradien (R) der befahrenen Strecke der Lenkwinkel ( $\omega_l$ ) in die Berechnung der Sollgiergeschwindigkeit ( $\mu_{soll}$ ) eingeht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß aktuelle Straßenzustandsdaten (3) bei der Berechnung der Sollgiergeschwindigkeit ( $\mu_{soll}$ ) berücksichtigt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit einer gemessenen Querschleunigung ( $a_q$ ) des Kraftfahrzeuges ein maximal zulässiger Schwimmwinkel ( $\beta_{soll}$ ) ermittelt und mit einem in Abhängigkeit der Fahrbahnquerneigung (n) korrigierten Istschwimmwinkel ( $\beta_{ist}$ ) verglichen wird und bei Überschreitung des maximal zulässigen Schwimmwinkels ( $\mu_{soll}$ ) durch den Istschwimmwinkel ( $\beta_{ist}$ ) eine Regelgröße (S2) zur Angleichung des Istschwimmwinkels ( $\beta_{ist}$ ) an den Sollschwimmwinkel ( $\beta_{soll}$ ) gebildet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrbahnquerneigung (n) aus abgespeicherten Datensätzen übernommen oder berechnet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

